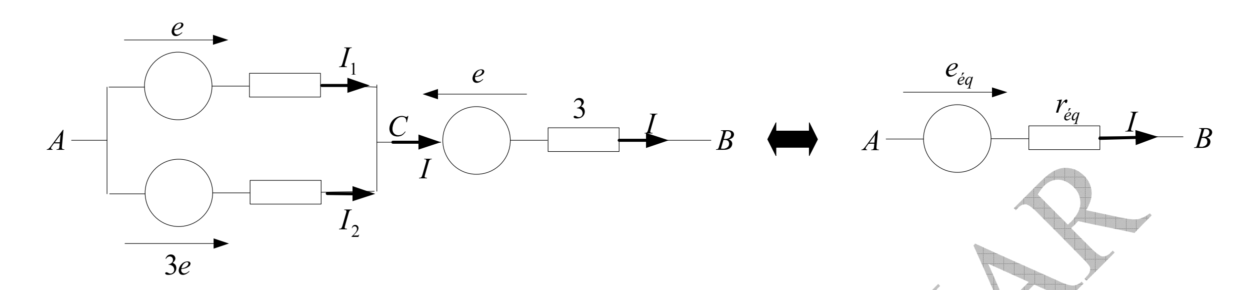
Solution des exercices 3.1 à 3.20:	حلول التمارين من 1.3 إلى 20.3

Exercice 3.1 :

D'après la figure ci-dessous, on voit que : $U_{AB} = U_{AC} + U_{CB}$



En supposant que le courant va du point A vers le point B, on aura : $I = I_1 + I_2$

On peut calculer la différence de potentiel entre les points A et B en suivant deux chemin différents :

$$U_{AB} = (rI_1 - e) + (3rI + e) \rightarrow (1)$$

$$U_{AB} = (rI_2 - 3e) + (3rI + e) \rightarrow (2)$$

En additionnant les équations (1) et (2), on obtient :

$$2U_{AB} = r(I_1 + I_2) - 4e + 6rI + 2e$$

$$2U_{AB} = rI - 4e + 6rI + 2e$$

$$2U_{AB} = -2e + 7rI \rightarrow (3)$$

La différence de potentiel entre les bords du montage équivalent est :

$$U_{AB} = e_{éq} + r_{éq}I \rightarrow (4)$$

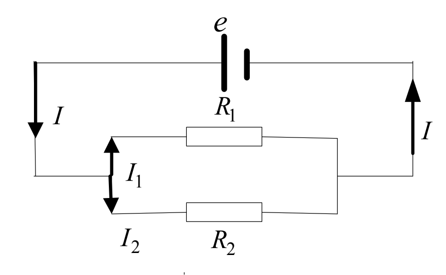
Par identification des équations (3) et (4), on obtient :

$$\boxed{e_{éq} = -2e} \qquad \boxed{r_{éq} = \frac{7}{2}r}$$

Vu le signe négatif de la force électromotrice équivalente $e_{éq}$, le sens réel du courant électrique va du point B vers le point A.

Exercice 3.2 :

D'après la figure ci-dessous, l'intensité du courant principal I que débite le générateur, de force électromotrice e, se répartit entre les deux résistances, telle que : $e = R_1 I_1 = R_2 I_2$



Et puisque : $I = I_1 + I_2$, on peut calculer chacune des deux intensités dans chacune des deux branches :

$$\left.\begin{array}{l} I_2 = I - I_1 \\ R_1 I_1 = R_2 I_2 \end{array}\right| \Rightarrow R_1 I_1 = R_2 \left(I - I_1\right) \Rightarrow \boxed{I_1 = I \frac{R_2}{R_1 + R_2}}$$

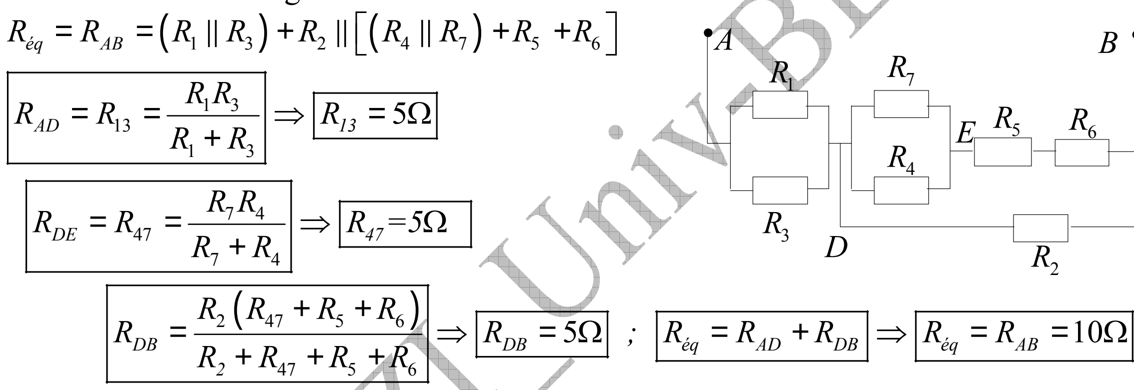
$$\left.\begin{array}{l} I_1 = I - I_2 \\ R_1 I_1 = R_2 I_2 \end{array}\right| \Rightarrow R_1 \left(I - I_2\right) = R_2 I_2 \Rightarrow \boxed{I_2 = I \frac{R_1}{R_1 + R_2}}$$

Exercice 3.3 :

En se concentrant sur la figure de l'énoncé, on peut en déduire, et sans aucun calcul, que **l'intensité est nulle** dans toutes les branches. La raison est simple : les générateurs s'annulent deux à deux à cause 1de leur montage en opposition deux à deux, et par conséquent les forces électromotrices s'annulent deux à deux.

Exercice 3.4 :

Il suffit de distinguer les résistances montées en série de celles montées en parallèle, comme le montre la figure ci-dessous. Donc :



$$R_{éq} = R_{AB} = \left(R_1 \parallel R_3\right) + R_2 \parallel \left[\left(R_4 \parallel R_7\right) + R_5 + R_6\right]$$

$$\boxed{R_{AD} = R_{13} = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3}} \Rightarrow \boxed{R_{13} = 5\Omega}$$

$$\boxed{R_{DE} = R_{47} = \frac{R_7 R_4}{R_7 + R_4}} \Rightarrow \boxed{R_{47} = 5\Omega}$$

$$\boxed{R_{DB} = \frac{R_2\left(R_{47} + R_5 + R_6\right)}{R_2 + R_{47} + R_5 + R_6}} \Rightarrow \boxed{R_{DB} = 5\Omega} \;;\; \boxed{R_{éq} = R_{AD} + R_{DB}} \Rightarrow \boxed{R_{éq} = R_{AB} = 10\Omega}$$

Exercice 3.5 :

On connaît la relation entre la densité de courant, la conductivité et le champ électrique :

$$J = \sigma E$$

Puisque la densité de courant est :

$$J = \frac{I}{S}$$

Donc :

$$E = \frac{I}{\sigma S}$$

La conductivité est égale à l'inverse de la résistivité, on peut donc écrire :

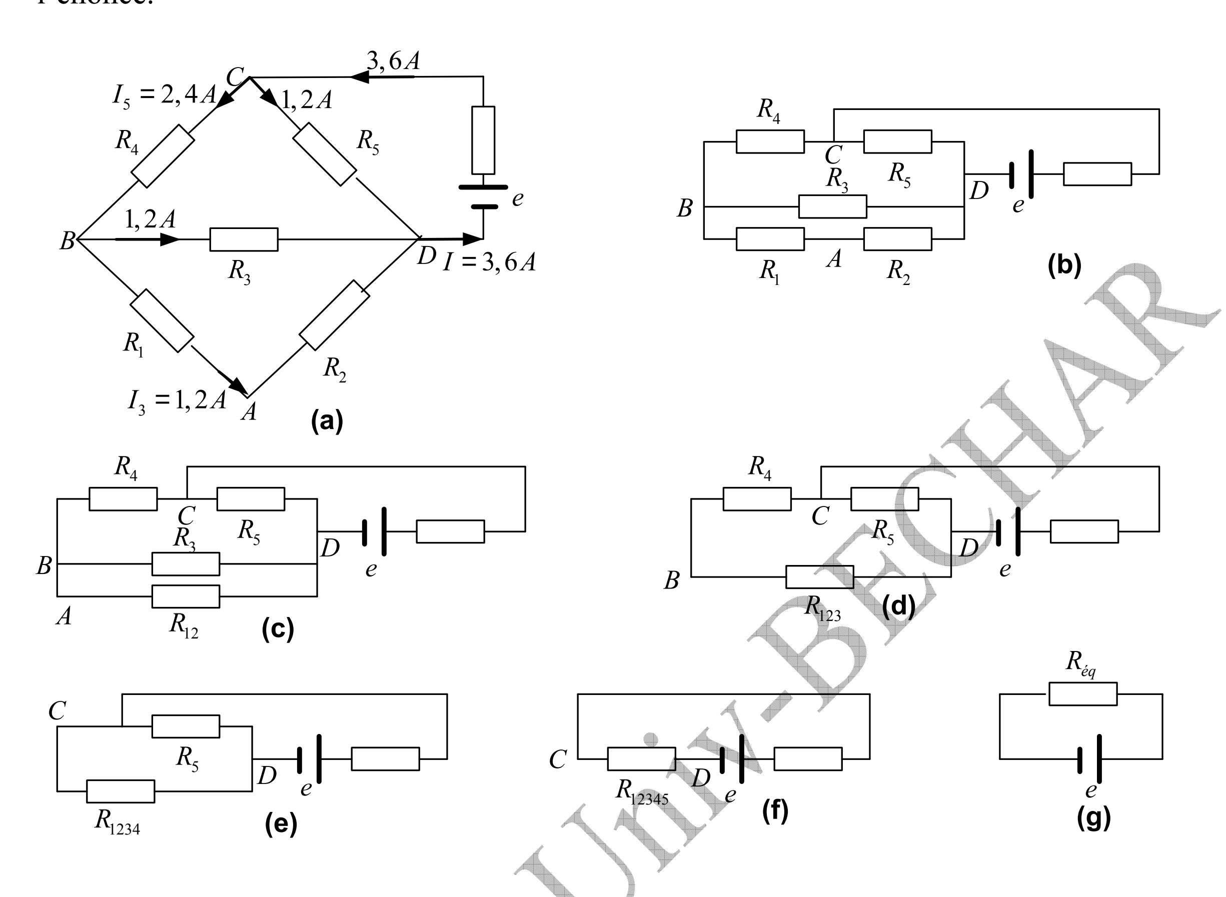
$$\boxed{E = \rho . \frac{I}{S} = \rho \frac{I}{\pi r^2}}$$

Application numérique :

$$E = 5,5.10^{-8} \frac{15,0}{3,14.0,25.10^{-6}} \Rightarrow \boxed{E = 1,05 Vm^{-1}}$$

Exercice 3.6 :

Tous les montages représentés ci-dessous sont équivalents au montage donné dans l'énoncé.



De la figure (b), on en déduit la résistance équivalente des résistances R_1 et R_2 montées en série :

$$R_{12} = R_1 + R_2 \rightarrow \boxed{R_{12} = 2,0\Omega}$$

De la figure (c), on en déduit la résistance équivalente des résistances R_{12} et R_3 montées en parallèle :

$$\frac{1}{R_{123}} = \frac{1}{R_{12}} + \frac{1}{R_3} \Rightarrow R_{123} = \frac{R_{12}.R_3}{R_1 + R_2} \rightarrow \boxed{R_{123} = 2,0\Omega}$$

De la figure (d), on en déduit la résistance équivalente des résistances R_{123} et R_4 montées en série :

$$R_{1234} = R_{123} + R_4 \rightarrow \boxed{R_{1234} = 3,0\Omega}$$

De la figure (e), on en déduit la résistance équivalente des résistances R_{1234} et R_5 montées en dérivation :

$$\frac{1}{R_{12345}} = \frac{1}{R_{1234}} + \frac{1}{R_5} \Rightarrow R_{12345} = \frac{R_{1234}.R_5}{R_{1234} + R_5} \rightarrow \boxed{R_{12345} = 2,0\Omega}$$

De la figure (f), on en déduit la résistance équivalente de la résistance R_{12345} et de la résistance interne du générateur montées en série :

$$R_{éq} = R_{12345} + r \rightarrow \boxed{R_{éq} = 2,5\Omega}$$

De la figure (g), on peut à présent calculer l'intensité principale que débite le générateur dans le circuit :

$$\boxed{I = \frac{e}{R_{éq}}} \rightarrow \boxed{I = 3,6A}$$

A partir de ce résultat, et de la figure (g) qui lui correspond, et, en passant par ordre par toutes les figures de (f) jusqu'à (a), on obtient les différentes intensités dans chaque branche du circuit :

Dans la figure (f): $I = 3,6A$

Dans la figure (e):

$$U_{CD} = R_5.I_5 = -rI + e \Rightarrow \boxed{I_5 = \frac{rI + e}{R_5}}$$

$$I_5 = \frac{-0,5.3,6 + 9}{6} \rightarrow \boxed{I_5 = 1,2A}$$

Tandis que dans la résistance R_{1234}, c'est-à-dire à travers R_{123} et R_4, l'intensité est :

$$I_4 = I - I_5 \rightarrow \boxed{I_4 = 2,4A}$$

Dans la figure (c): l'intensité à travers R_{12} est égale à l'intensité à travers R_3, puisque les deux résistances sont égales :

$$I_3 = \frac{2,4}{2} \rightarrow \boxed{I_3 = 1,2A}$$

Dans la figure (a), on a représenté les valeurs et les sens des différentes intensités :

$$P = R_{éq}.I^2 = eI \rightarrow \boxed{P = 32,4W}$$

3/ La différence de potentiel entre A et C: on peut la calculer en suivant n'importe quelle branche. En suivant par exemple la branche $ADeC$, la différence de potentiel demandée est :

$$U_{AC} = R_2 I_3 + rI - e$$

$$U_{AC} = (1.1,2) + (0,5.3,6 - 9) \rightarrow \boxed{U_{AC} = -5V}$$

Exercice 3.7 :

Puisque : $\rho = \rho_0 \left[1 + \alpha(T - T_0)\right]$

Il en résulte : $R = R_0 \left[1 + \alpha(T - T_0)\right]$

On demande de déterminer la variation de la résistance $R - R_0$ correspondant à une variation de température $T - T_0$ de $1,00°C$. Donc :

$$\boxed{R - R_0 = R_0\alpha(T - T_0) \Leftrightarrow \Delta R = R_0\alpha\Delta T}$$

$$\Delta R = 25,5.0,003927.1,00 \Rightarrow \boxed{\Delta R = 0,001\Omega}$$

Cela veut dire que la résistance augmente de $0,001\Omega$, chaque fois que la température augmente de $1K$ ou $1°C$.

Si la résistance atteint la valeur $35,5\Omega$, la température correspondante aura atteint donc :

$$\Delta T = \frac{\Delta R}{R_0\alpha}$$

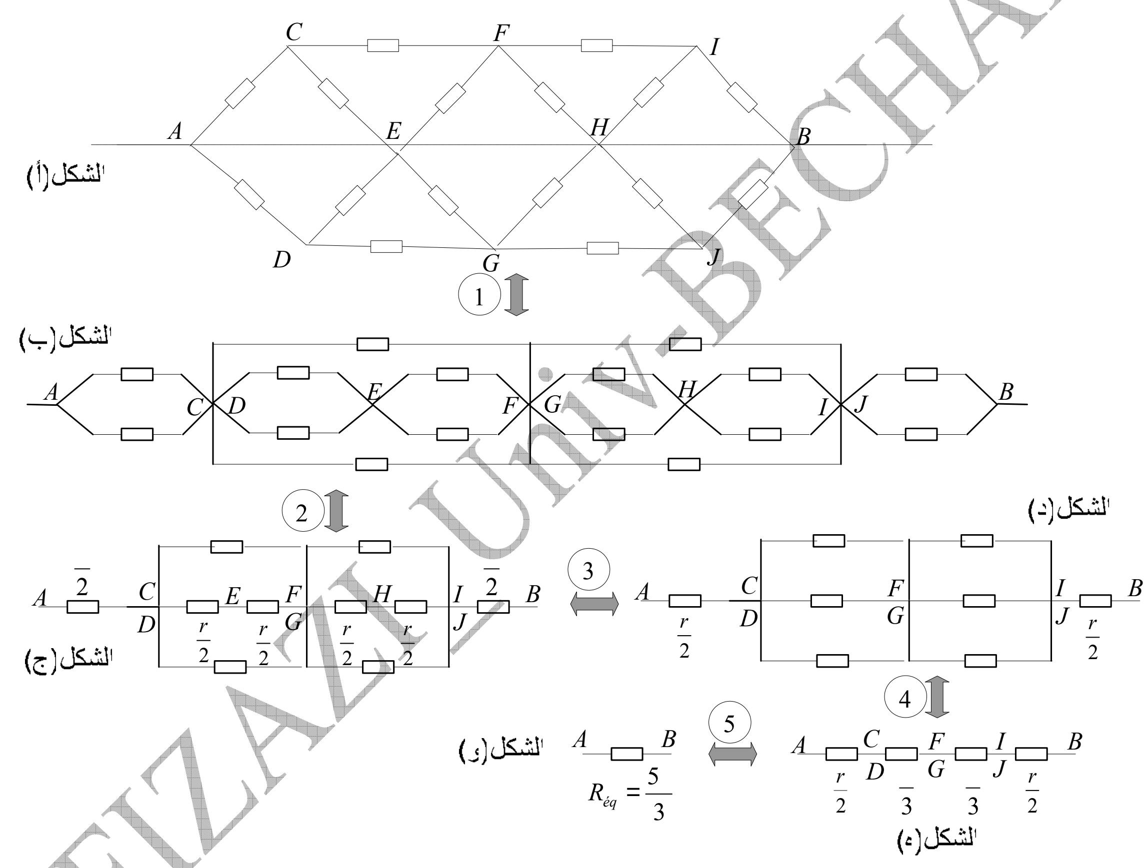
$$\Delta T = \frac{35,5 - 25,5}{25,5.0,003927} \Rightarrow \boxed{\Delta T \approx 100°C}$$

Exercice 3.8 :

Dans la figure (a), on voit que la ligne $AEHB$ représente une droite de symétrie par rapport aux potentiels, tels que :

$$U_c = U_D$$
$$U_F = U_G$$
$$U_I = U_J$$

C'est ce qui nous permet de simplifier le réseau, comme il est indiqué sur la figure (b), et ça facilite les calculs pour trouver la résistance équivalente en suivant, en toute logique, des étapes successives.



Exercice 3.9 :

On suppose que l'ensemble est alimenté par un générateur de force électromotrice $e = 18V$ (on pourra choisir n'importe quelle autre valeur, car la résistance est indépendante de e quelque soit sa valeur). On a représenté sur la figure ci-dessous l'intensité principale et les intensités parcourant les différentes branches.

La loi des mailles de Kirchhoff nous permet d'écrire les équations suivantes :

Maille (e, R_1, R_4, R_5, e):

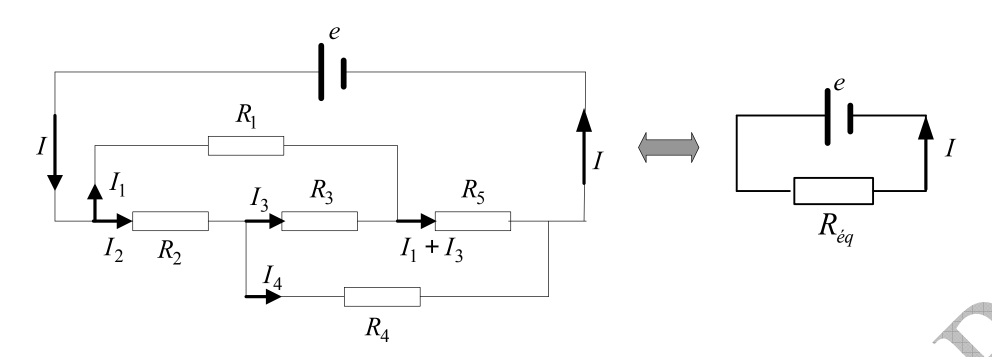
$$R_1 I_1 + R_5 (I_1 + I_3) - e = 0 \rightarrow 12I_1 + 6I_1 + 6I_3 - 18 = 0 \rightarrow 3I_1 + I_3 - 3 = 0 \rightarrow (1)$$

Maille (e, R_2, R_5, e):

$$R_2 I_2 + R_4 (I_2 - I_3) - e = 0 \rightarrow 6I_2 + 12I_2 - 12I_3 - 18 = 0 \rightarrow 3I_2 - 2I_3 - 3 = 0 \rightarrow (2)$$

Maille (e, R_2, R_3, R_5, e) :

$$R_2I_2+R_3I_3+R_5\left(I_1+I_3\right)-e=0\rightarrow 6I_2+6I_3+6\left(I_1+I_3\right)-18=0\rightarrow I_1+I_2+2I_3-3=0\rightarrow(3)$$



Les trois équations constituent un système à trois inconnues :

$$\begin{cases}3I_1+0I_2+I_3=3\\0I_1+3I_2-2I_3=3\\I_1+I_2+2I_3=3\end{cases}$$

Si on choisit la méthode des matrices, on doit procéder de la manière suivante :

$$d=\begin{vmatrix}3&0&1\\0&3&-2\\1&1&2\end{vmatrix}=21$$

$$\begin{vmatrix}3&0&1\\3&3&-2\\3&1&2\end{vmatrix}=18\rightarrow I_1=\frac{18}{21}\rightarrow \boxed{I_1=\frac{6}{7}A}$$

$$\begin{vmatrix}3&3&1\\0&3&-2\\1&3&2\end{vmatrix}=27\rightarrow I_2=\frac{27}{21}\rightarrow \boxed{I_2=\frac{9}{7}A}$$

$$\begin{vmatrix}3&0&3\\0&3&3\\1&1&3\end{vmatrix}=9\rightarrow I_3=\frac{9}{21}\rightarrow \boxed{I_3=\frac{3}{7}A}$$

L'intensité principale est donc : $I=I_1+I_2\rightarrow \boxed{I=\frac{15}{7}A}$

On peut à présent déterminer la résistance équivalente telle que :

$$\boxed{R_{éq}=\frac{e}{I}}\rightarrow \boxed{R_{éq}=\frac{42}{5}=8,4\Omega}$$

Exercice 3.10 :

1/ L'alimentation du réseau suivant AB : se référer à la figure (a) ci-dessous.

Lorsque le réseau est alimenté entre les points A et B, AB représente un axe de symétrie pour les potentiels.

En A le courant principal I_0 se répartit en trois fois I, en B il arrive aussi trois fois I $\left(I_0=3I\right)$.

Lorsque le courant I arrive à F, il se divise en deux parties égales puisque les deux trajets pour atteindre B sont égaux, et ce en raison de l'égalité des potentiels des points E et H. La répartition des différents courants dans le cube se fait donc de la façon indiquée sur la figure (a).

En suivant le trajet $AFEB$, on a :

$$U_{AB} = U_{AF} + U_{FE} + U_{EB}$$

$$U_{AB} = rI + r\frac{I}{2} + rI = \frac{5}{2}rI$$

$$U_{AB} = \frac{5}{2}\times\frac{3}{3}r.I = \frac{5}{6}r3.I \Rightarrow U_{AB} = \frac{5}{6}rI_0 = R_{éq}.I_0$$

D'où la résistance équivalente du réseau :

$$\boxed{R_{éq} = \frac{5}{6}r}$$

2/ <u>L'alimentation du réseau suivant</u> AC : se référer à la figure (b) ci-dessous :

Quand on alimente le réseau suivant AC, le plan $AFBC$ représente un plan de symétrie des potentiels, et le plan $GDHE$ représente le plan de symétrie entrée-sortie pour la répartition des courants.

Le courant principal I_0 se répartit en I dans les deux branches AD et AG, et J dans la branche AF. En F, le trajet pour aller à B est le même puisque les points E et H sont au même potentiel. En F, le courant J se divise en deux parties égales. Puisque $EHDG$ est un plan de symétrie entrée-sortie, les branches EB et BC sont parcourues par le même courant $J/2$. De ce fait, les branches EG et DH ne sont parcourues par aucun courant, ce qui nous permet de dire que le réseau est ouvert entre E et G, et entre D et H.

Finalement, la branche BC est parcourue par J, et les deux branches GC et DC sont parcourues par I.

On peur simplifier le réseau comme indiqué sur la figure (b).

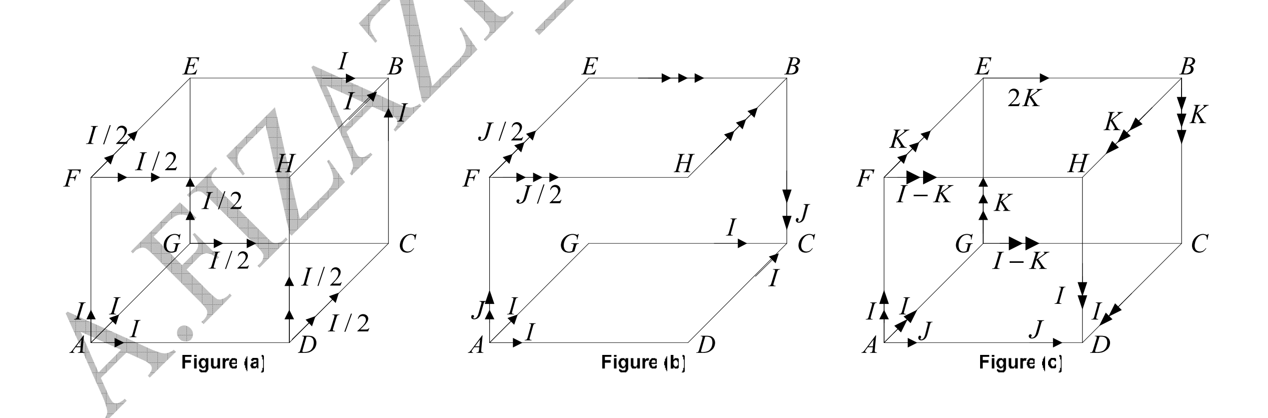


Figure (a) Figure (b) Figure (c)

La résistance équivalente est telle que :

$$\frac{1}{R_{éq}} = \frac{1}{R_{AC}} + \frac{1}{2r + R_{FB}}$$

Or :

$$\frac{1}{R_{FB}} = \frac{1}{R_{AC}} = \frac{1}{2r} + \frac{1}{2r} = \frac{1}{r}$$

D'où la résistance équivalente du réseau:

$$\frac{1}{R_{éq}} = \frac{1}{r} + \frac{1}{2r+r} \Rightarrow \boxed{R_{éq} = \frac{3}{4}r}$$

3/ <u>L'alimentation du réseau suivant</u> AD : Se référer à la figure (c) ci-dessus.

Lorsque le réseau est alimenté entre les points A et D, le plan $AEBD$ représente un plan de symétrie des potentiels. D'autre part, le plan passant par les médiatrices des segments AD et GC est un plan de symétrie entrée-sortie pour la répartition des courants.

Puisque les points F et G sont au même potentiel, les branches AF et AG sont parcourues par le même courant I.

La branche AD est parcourue par le courant J, tel que $I_0 = 2I + J$ (I_0 étant le courant principal).

Puisque la différence de potentiel entre les points F et G est la même, les branches FE et GE sont parcourues par le même courant d'intensité K. La branche FH est parcourue par le courant $I - K$, et la branche EB par le courant $2K$. On obtient une répartition de courant comme indiqué sur la figure (c).

On a :

$$U_{AD} = rJ = r\left(I_0 - 2I\right) \rightarrow (A)$$

Suivant le chemin $AFHD$:

$$U_{AD} = r\left(I + I - K + I\right) = r\left(3I - K\right) \rightarrow (B)$$

En considérant la maille $FEBHF$, on a :

$$0 = R\left(K + 2K + K - (I - K)\right) \Rightarrow K = \frac{I}{5} \rightarrow (C)$$

$$(C) \rightarrow (B) : U_{AD} = r\left(3I - \frac{I}{5}\right) \Rightarrow I = \frac{5}{14}\frac{U_{AD}}{r} \rightarrow (D)$$

$$(D) \rightarrow (A) : U_{AD} = rI - \frac{5}{7}U_{AD}$$

En fin de compte, on obtient :

$$U_{AD} = \frac{7}{12}rI = R_{éq}I \Rightarrow \boxed{R_{éq} = \frac{7}{12}r}$$

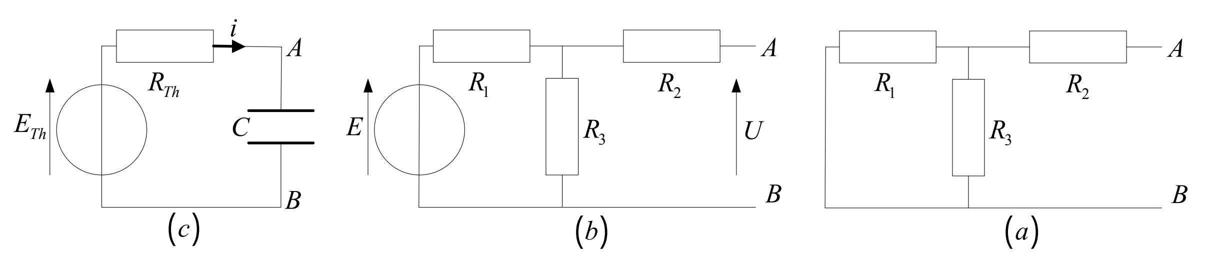
<u>Remarque :</u> On peut utiliser les points F et G d'une part, et les points H et C d'autre part, comme étant au même potentiel et ainsi les relier entre eux pour simplifier le réseau.

<u>Exercice 3.11 :</u>

1/ La figure (a) ci-dessous nous permet de calculer la résistance équivalente du circuit $R_{éq} = R_{Th}$:

Les résistances R_1 et R_3 sont montées en parallèle, et leur résistance équivalente est en série avec R_2. D'où :

$$\boxed{R_{Th} = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} + R_2} \quad , \quad \boxed{R_{Th} = 133,3k\Omega}$$



La figure (b) nous permet de calculer la force électromotrice du générateur de Thévenin : $U = E_{Th}$

La résistance R_2 n'est parcourue par aucun courant. Soit i l'intensité qui circule dans R_1 et R_3 :

$$\left.\begin{array}{l} i = \dfrac{E}{R_1 + R_3} \\ U = R_3 i \end{array}\right| \Rightarrow \boxed{U = E_{Th} = R_3 \dfrac{E}{R_1 + R_3}} \;,\; \boxed{E_{Th} = 30V}$$

2/ a) Au moment de la fermeture de l'interrupteur, l'intensité du courant que débite le générateur de Thévenin (figure(c)) est :

$$\boxed{i = \frac{E_{Th}}{R_{Th}}} \;,\; \boxed{i = 0,075A}$$

b) L'énergie W_E emmagasinée dans le condensateur à la fin de sa charge est égale à :

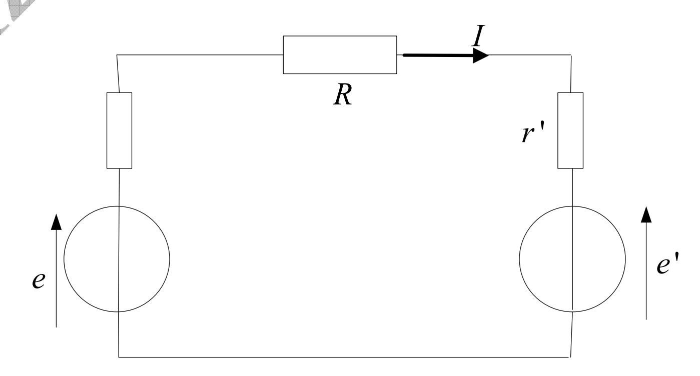
$$\left.\begin{array}{l} W_E = \dfrac{1}{2} C U^2 \\ U = E_{Th} \end{array}\right| \Rightarrow \boxed{W_E = \dfrac{1}{2} C E_{Th}^2} \;,\; \boxed{W_E = 0,05J}$$

c) La durée nécessaire pour la charge du condensateur est à peu près égale à cinq fois la constante du temps τ (une règle bien connue et vérifiée) :

$$\left.\begin{array}{l} t = 5\tau \\ \tau = R_{Th} C \end{array}\right| \Rightarrow \boxed{t = 5 R_{Th} C} \;,\; \boxed{t = 6,65s}$$

Exercice 3.12 :

On se représente le circuit sous la forme suivante :



1/ Si on note par U' la différence de potentiel entre les bornes du moteur, la puissance électrique totale qu'il consomme est :

$$\left.\begin{aligned} P_T &= U'I \\ U' &= e' + r'I^2 \end{aligned}\right| \Rightarrow \boxed{P_T = e'I + r'I^2}$$

La puissance dissipée par effet joule dans le moteur est : $\boxed{P_J = r'I^2}$

Donc la puissance électrique transformée en puissance mécanique est égale à :

$$P_M = P_T - P_J \Rightarrow \boxed{P_M = e'I}$$

2/ a) Le moteur étant bloqué, il se comporte comme un conducteur ohmique, donc $P_M = 0$. La puissance électrique dissipée dans le moteur par effet joule est RI_1^2. Cette puissance est réceptionnée par le calorimètre, d'où :

$$Q_1 = RI_1^2 t \Rightarrow \boxed{I_1 = \sqrt{\frac{Q_1}{Rt}}} \;,\; \boxed{I_1 = 5A}$$

D'après la loi des mailles : $(r + r' + R)I_1 - (e - e') = 0$

Puisque le moteur ne tourne pas : $e' = 0$. D'où :

$$\boxed{r' = \frac{e}{I_1} - (r + R)} \;,\; \boxed{r' = 3\Omega}$$

b) A présent le moteur fonctionne normalement, cela veut dire que $P_M \neq 0$ et $e'' \neq 0$.

On obtient alors :

$$\boxed{I_2 = \sqrt{\frac{Q_2}{Rt}}} \;,\; \boxed{I_2 = 1,6A}$$

Pour calculer e'', on applique la loi des mailles, telle que :

$$(r + r' + R)I_2 - (e - e'') = 0 \Rightarrow \boxed{e'' = e - (r + r' + R)I_2} \;,\; \boxed{e'' = 47,6V}$$

3/ a) Le rendement est défini comme étant $\eta = \frac{P_m}{P_T}$

Ce qui nous conduit à : $\eta = \frac{e''I}{e''I + r'I^2} \Rightarrow \boxed{\eta = \frac{e''}{e'' + r'I}}$

b) A présent, la tension aux bornes du générateur est égale à la tension aux bornes du moteur :

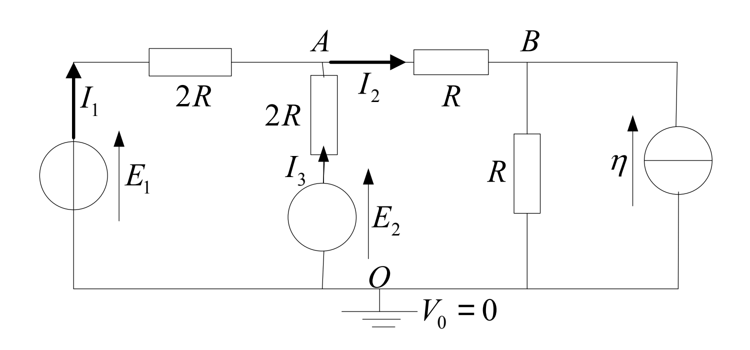
$$\left.\begin{aligned} U &= e - rI \\ U &= e'' - r'I \end{aligned}\right| \Rightarrow \boxed{I = \frac{e - e''}{r + r'}} \;,\; \boxed{I = 5,6A}$$

D'où : $\boxed{U = 64,4V}$

c) calcul du rendement : $\eta = \frac{47,6}{47,6 + (3 \times 5,6)} \rightarrow \boxed{\eta = 73,7\%}$

Exercice 3.13 :

Le circuit comprend trois nœuds. On affecte arbitrairement à l'un d'eux(O par exemple) le potentiel zéro, puis on applique la loi des nœuds en A et B, avec les deux potentiels inconnus V_A et V_B.



Au nœud $\underline{A}$: $I_1 - I_2 + I_3 = 0$. donc :

$$\left.\begin{array}{l} V_A - V_0 = -2RI_1 + E_1 \\ V_A - V_0 = -2RI_3 + E_2 \\ V_A - V_B = RI_2 \end{array}\right| \Rightarrow \frac{E_1 - V_A}{2R} + \frac{V_B - V_A}{R} + \frac{E_2 - V_A}{2R} = 0$$

Au nœud $\underline{B}$: $I_2 + I_4 + \eta = 0$. donc :

$$\left.\begin{array}{l} V_A - V_B = RI_2 \\ V_B - V_0 = -RI_4 \end{array}\right| \Rightarrow \frac{V_A - V_B}{R} - \frac{V_B}{R} + \eta = 0$$

On obtient un système à deux équations :

$$\begin{cases} 4V_A - 2V_B = E_1 + E_2 \\ -V_A + 2V_B = R\eta \end{cases}$$

On arrive aux solutions :

$$V_A = \frac{E_1 + E_2 + R\eta}{3} \quad , \quad V_B = \frac{E_1 + E_2 + 4R\eta}{6}$$

De là, on en déduit les intensités I_1 et I_2 :

$$I_1 = \frac{E_1 - V_A}{2R} \rightarrow \boxed{I_1 = \frac{2E_1 - E_2 - R\eta}{6R}}$$

$$I_2 = \frac{V_A - V_B}{R} \rightarrow \boxed{I_2 = \frac{E_1 + E_2 - 2R\eta}{6R}}$$

Exercice 3.14 :

1/ **Calcul de** E_{th} **en ouvrant la branche** AB :

$$E_{Th} = U_{AB_0} \Rightarrow -R_3 I_3 + R_2 I_2 = R_4 I_3$$

Calculons I_3 en appliquant la loi des nœuds :

$$I_1 = I_2 + I_3 \rightarrow (1)$$

D'après la loi des mailles, nous avons :

Dans la maille (a) : $E = R_1 I_1 + R_2 I_2 \rightarrow$ *(2)*

Dans la maille (b) : $0 = (R_3 + R_4) I_3 - R_2 I_2 \rightarrow$ *(3)*

Remplaçons I_1 dans l'équation (2) pour obtenir :

$$E = R_1(I_2 + I_3) + R_2 I_2 \Rightarrow E = (R_1 + R_2) I_2 + R_1 I_3 \rightarrow \textit{(4)}$$

Nous calculons I_2 à partir de l'équation $(3): I_2 = \frac{R_3 + R_4}{R_2} I_3 \rightarrow$ *(5)*

Remplaçons I_2 dans l'équation (4) pour obtenir :

$$E = \frac{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)}{R_2} I_3 + R_1 I_3 \Rightarrow E = \left[\frac{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4) + R_1 R_2)}{R_2} \right] I_3$$

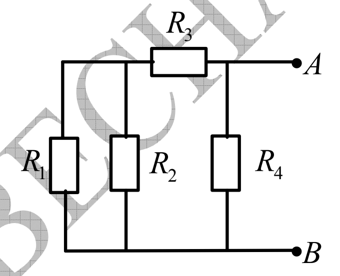
Finalement nous obtenons I_3 et E_{Th} :

$$I_3 = \frac{ER_2}{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4) + R_1 R_2} \quad ; \quad \boxed{E_{Th} = \frac{R_2 R_4 E}{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4) + R_1 R_2}} \Rightarrow \boxed{E_{Th} = 3.70V}$$

2/ <u>Calcul de R_{Th} après suppression du générateur</u> :

La résistance équivalente de tout le circuit sans la résistance R est :

$$R_{th} = \left[\left(R_1 \parallel R_2 \right) + R_3 \right] \parallel R_4$$



$$R_1 \parallel R_2 \Rightarrow \frac{1}{R_{12}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = 0.715 \Rightarrow \boxed{R_{12} = 1.43\Omega}$$

La résistance équivalente de R_{12} et R_3 est :

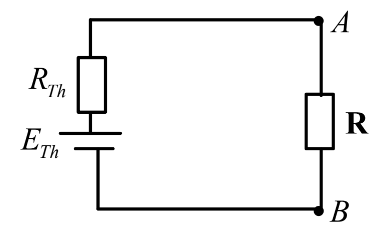
$$R' = R_{12} + R_3 \Rightarrow \boxed{R' = 5.43\Omega}$$

Finalement, la résistance du générateur de Thévenin est :

$$\frac{1}{R_{Th}} = \frac{1}{R'} + \frac{1}{R_4} \Rightarrow \boxed{R_{Th} = 3.52\Omega}$$

3/ Calcul de l'intensité I :

$$E_{Th} = \left(R + R_{Th} \right) I \Rightarrow \boxed{I = \frac{E_{Th}}{R + R_{Th}}} \Rightarrow \boxed{I = 0.43A}$$



<u>Exercice 3.15 :</u>

<u>Application de la première loi</u> : Il y a quatre nœuds auxquels correspondent quatre équations :

Au nœud $A: I_1 + I_2 = I_3$

Au nœud $B: I_2 = I_5 + I_4$

Au nœud $C: I_5 = I_3 + I_6$

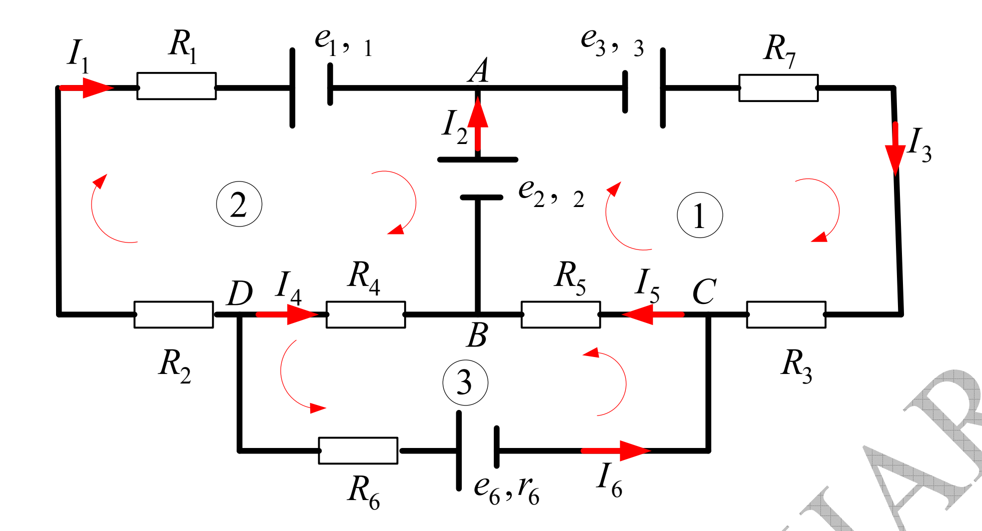
Au nœud $D: 0 = I_4 + I_6 + I_1$

<u>Application de la deuxième loi</u> : Il y a trois mailles indépendantes. Après avoir choisi les sens, comme indiqué sur la figure, on peut écrire les différentes équations :

La maille 1 : $e_3 + e_2 = R_7 I_3 + R_3 I_3 + R_5 I_5 + r_2 I_4 + r_3 I_3$

La maille 2 : $-e_1 - e_2 = R_1 I_1 - R_4 I_4 - R_2 I_2 + r_1 I_1 - r_2 I_2$

La maille 3 : $-e_6 = R_6 I_6 - R_4 I_4 + R_5 I_5 + r_6 I_6$



Exercice 3.16 :

Il n'y a que deux nœuds, on peut se contenter donc d'une seule équation en appliquant la loi des nœuds : $I_1 + I_2 + I_3 = I$

Aux trois mailles correspondent trois équations qu'on obtient en appliquant la loi des mailles :

$$e_1 - e_2 = R_1 I_1 - R_2 I_2$$
$$e_1 = R_1 I_1 + RI$$
$$e_2 = R_2 I_2 + RI$$

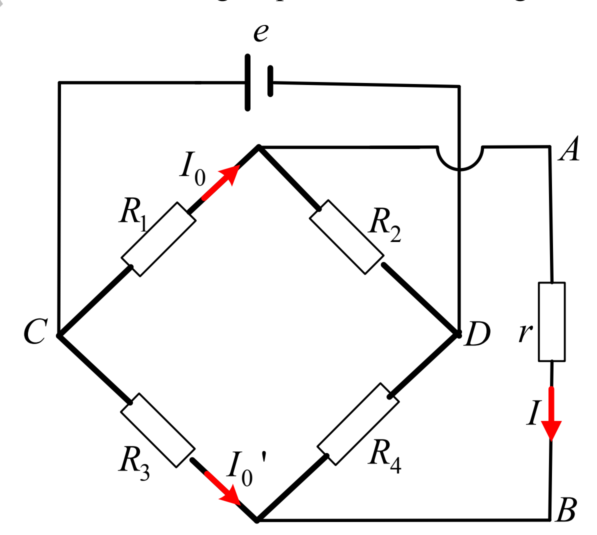
La solution du système des trois équations nous donne en fin de compte l'intensité I :

$$\boxed{I = \frac{e_1 R_2 + e_2 R_1 + R_1 R_2 I_3}{R_1 R_2 + RR_1 + RR_2}}$$

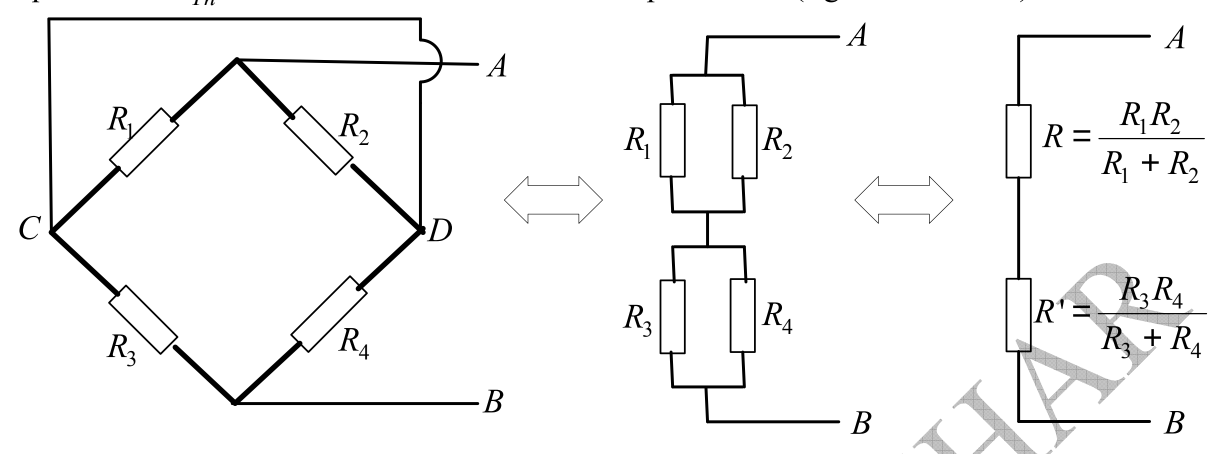
D'où la tension U_3 : $\boxed{U_3 = RI + R_3 I_3}$

Exercice 3.17 :

La figure suivante représente le montage équivalent au montage donné dans l'énoncé.



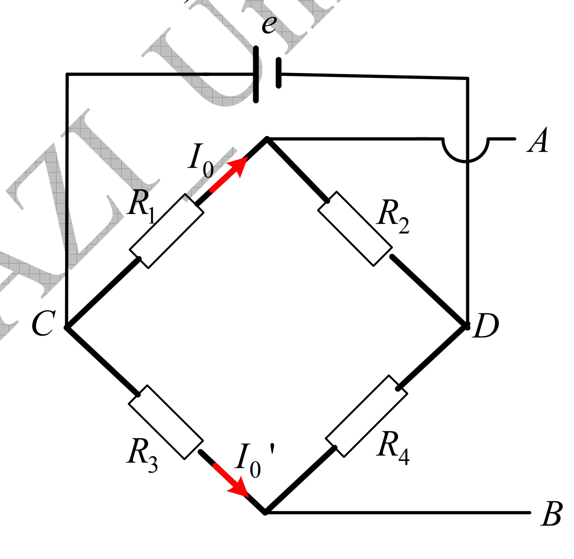
Détermination de R_{Th} : On éteint les sources de tension et on calcule la résistance équivalente R_{Th} de toutes les résistances à l'exception de (figure ci dessous).



$$R' = \frac{R_3R_4}{R_3+R_4} \quad R = \frac{R_1R_2}{R_1+R_2} \quad R_{Th} = R + R'$$

$$\boxed{R_{Th} = \frac{R_1R_2}{R_1+R_2} + \frac{R_3R_4}{R_3+R_4}} \Rightarrow \boxed{R_{Th} \simeq 15\Omega}$$

Détermination de E_{Th} : On considère le circuit ouvert en supprimant la résistance montée entre A et B (figure ci-dessous).



$$e = (R_1+R_2)I_0 = (R_3+R_4)I_0'$$

$$E_{Th} = (V_A - V_B)_0 = R_2I_0 - R_4I_0' = R_3I_0' - R_1I_0$$

$$E_{Th} = U_{AB_0} = R_2\frac{e}{R_1+R_2} - R_4\frac{e}{R_3+R_4} \quad ; \quad E_{Th} = U_{AB_0} = R_3\frac{e}{R_3+R_4} - R_1\frac{e}{R_1+R_2}$$

A la fin, on obtient :

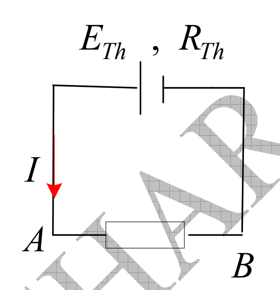
$$E_{Th} = \frac{R_2R_3 - R_1R_4}{(R_1+R_2)(R_3+R_4)}e$$

$$E_{Th} \simeq 12V$$

Calcul de I et U : On utilise la figure suivante :

$$U_{AB} = rI = -R_{Th} + E_{Th} \Rightarrow I = \frac{E_{Th}}{r + R_{Rh}} \Rightarrow I = 0,70A$$

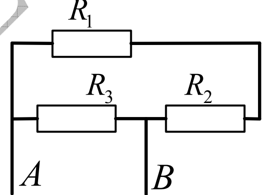
$$U_{AB} = rI \Rightarrow U_{AB} = 1,4V$$



Exercice 3.18 :

Détermination de R_{Th} à partir du montage ci dessous, où nous avons supprimé la branche AB, et on a éteint les sources de tension :

$$R_{Th} = \frac{R_1R_3 + R_2R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$

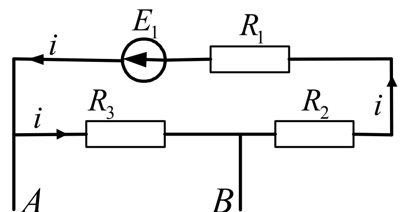


Détermination de E_{Th} à partir de la figure ci-dessous, où nous avons supprimé la branche AB seulement :

$$U_{AB_0} = R_3.i = -(R_1 + R_2)i - (E_1)$$

$$i = \frac{E_1}{R_3 + R_1 + R_2}$$

$$E_{Th} = U_{AB_0} = \frac{R_3E_1}{R_3 + R_1 + R_2}$$

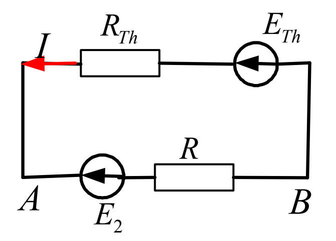


Détermination de I à partir de la figure suivante :

$$E_{Th} = U_{AB_0} = R.I - (-E_2) = -R_{Th}I - (-E_{Th})$$

$$I = \frac{E_{Th} - E_2}{R + R_{Th}}$$

$$I = \frac{R_3E_1 - E_2(R_1 + R_2 + R_3)}{R(R_1 + R_2 + R_3) + R_1R_3 + R_2R_3}$$



Exercice 3.19 :

Une fois que l'on ait remplacé les générateurs d'intensité par des générateurs de tension équivalente, comme indiqué sur la figure ci-dessous, on détermine alors la force électromotrice E_{Th} du générateur de Thévenin ainsi que sa résistance interne R_{Th}.

Détermination de E_{Th} : On peut calculer U_{AB_0} de trois manières différentes, ce qui conduit à trois équations :

$$\left.\begin{array}{l} U_{AB_0}=E_{Th}=1000I+2000I_1+10+4 \\ U_{AB_0}=E_{Th}=1000I+2000I_2+10+15 \\ U_{AB_0}=E_{Th}=-7000I+160 \\ I=I_1+I_2 \end{array}\right| \Rightarrow \left\{\begin{array}{l} E_{Th}=1000I+2000I_1+10+4\rightarrow(1) \\ E_{Th}=1000I+2000I_2+10+15\rightarrow(2) \\ E_{Th}=-7000I+160\rightarrow(3) \\ I=I_1+I_2\rightarrow(4) \end{array}\right.$$

En somme les équations (1) et (2) pour obtenir :

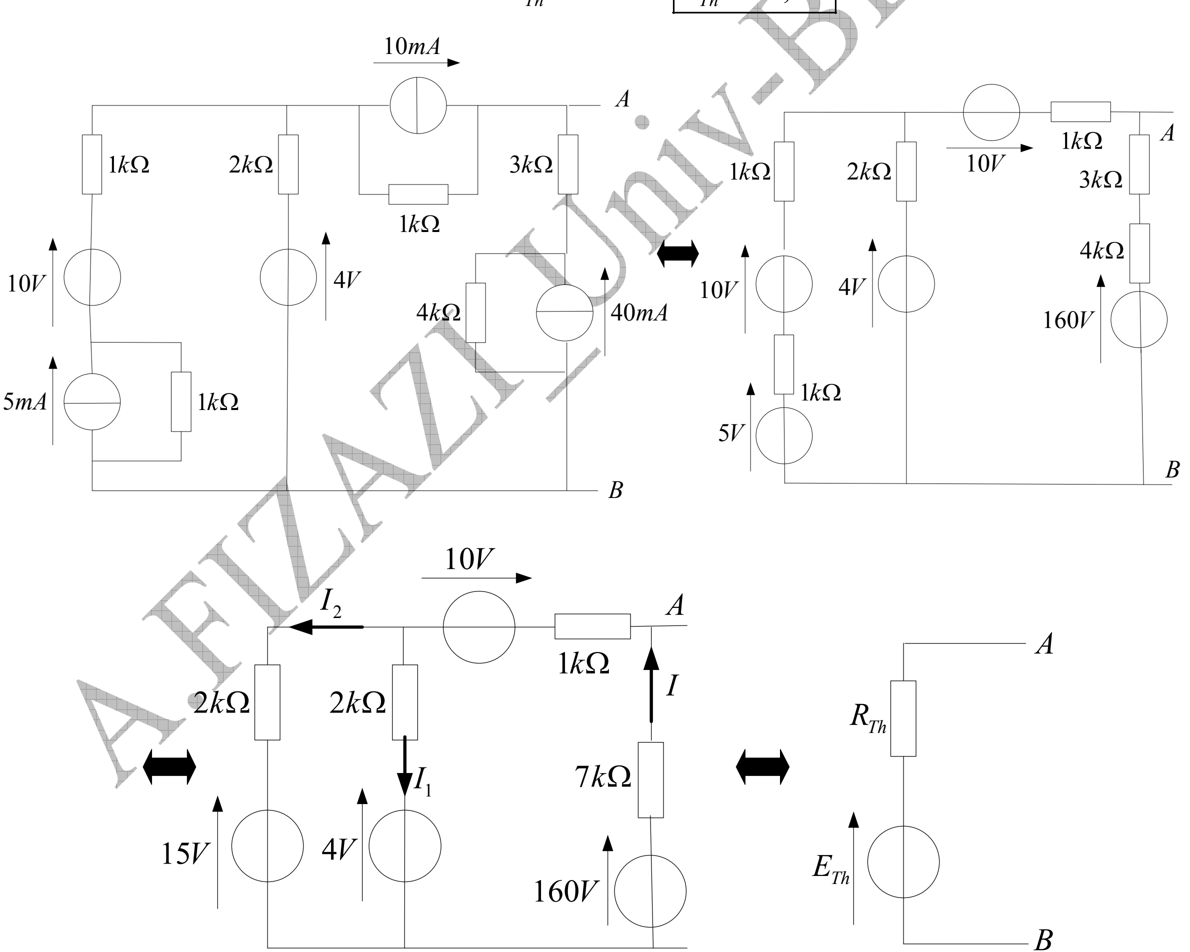
$$2E_{Th}=2000I+2000(I_1+I_2)+41\Rightarrow 2E_{Th}=4000I+41\rightarrow(5)$$

On en déduit l'intensité I de l'équation (3) : $I=\dfrac{160-E_{Th}}{7000}$

A la fin, on remplace I dans l'équation (5), pour obtenir la force électromotrice du générateur de Thévenin :

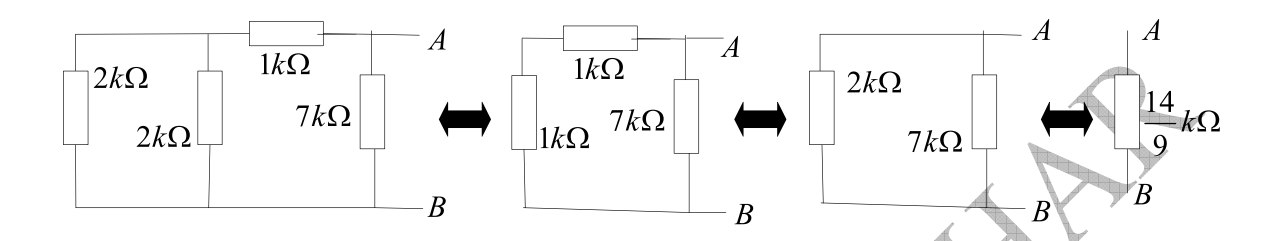
$$2E_{Th}=\frac{4}{7}(160-E_{Th})+41$$

$$18E_{Th}=927\Rightarrow \boxed{E_{Th}=51,5V}$$



Détermination de R_{Th} : Pour calculer la résistance équivalente de tout le circuit, on éteint toutes les sources d'intensité et de tension. Les résistances équivalentes successives sont indiquées sur les figures ci-dessous de gauche à droite. On trouve à la fin :

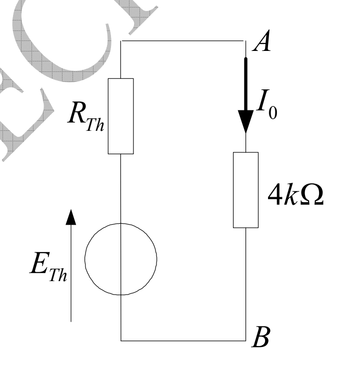
$$\boxed{R_{Th} = \frac{14}{9}k\Omega}$$



Calcul de l'intensité parcourant la résistance $R = 4k\Omega$:

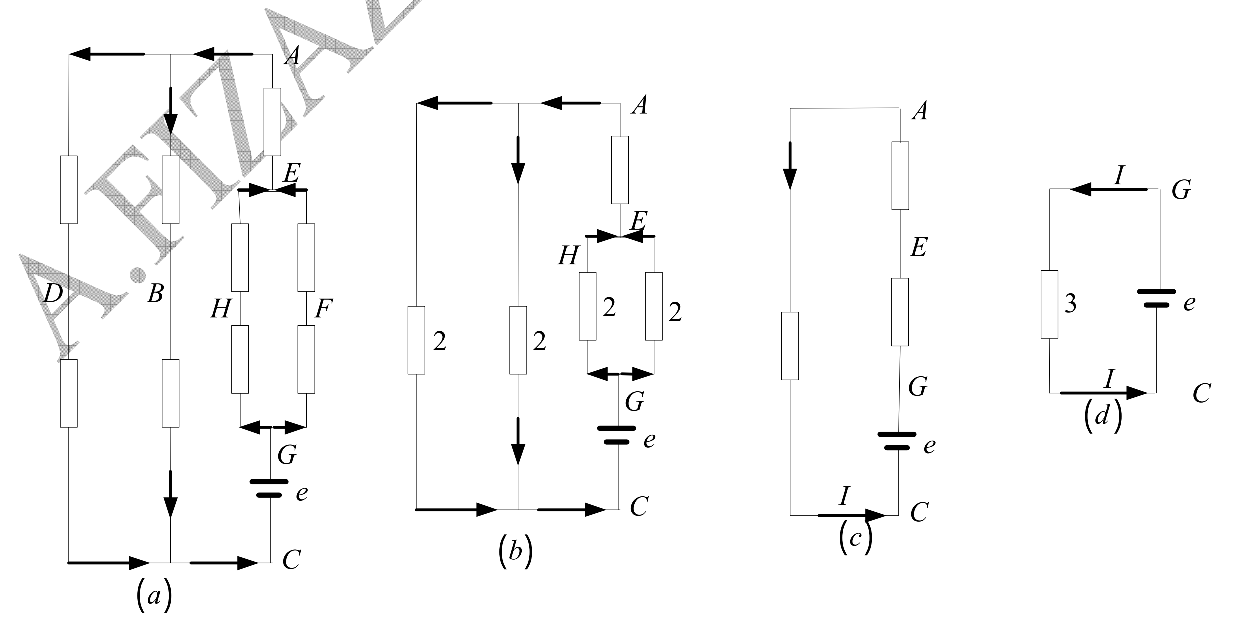
A partir de la figure ci contre on en déduit l'intensité I_0 :

$$\boxed{I_0 = \frac{E_{Th}}{R_{Th}+R}} \quad , \quad \boxed{I_0 \approx 9,3mA}$$



Exercice 3.20 :

1/ Les figures $(a),(b),(c)$ et (d) dans l'ordre donné représentent des simplifications successives du réseau. La figure (d) représente la résistance équivalente $R_{éq} = 3$ de tout le circuit, elle est montée aux bornes d'un générateur de force électromotrice e.



2/ Intensité du courant que débite le générateur :

$$U_{GC} = R_{éq} I = e \Rightarrow \boxed{I = \frac{e}{R_{éq}}} \quad \boxed{I = 4,0mA}$$

3/ La différence de potentiel entre les points C et A :

Puisque les branches GFE et GHE sont semblables, le courant d'intensité $4,0mA$ qui sort du générateur, se divise au point G en deux intensités égales$(2mA)$. La branche EA est parcourue par le courant principal $4,0mA$.

D'où la différence de potentiel entre les points C et A qui est égale à :

$$U_{CA} = U_{CG} + U_{GH} + U_{HE} + U_{EA}$$

$$U_{CA} = -e + r\frac{I}{2} + r\frac{I}{2} + rI \Rightarrow \boxed{U_{CA} = -e + 2rI} \quad \boxed{U_{CA} = -4,0V}$$

En suivant la branche CBA :

$$U_{CA} = U_{CB} + U_{BA}$$

$$U_{CA} = -r\frac{I}{2} - r\frac{I}{2} \Rightarrow \boxed{U_{CA} = rI} \quad \boxed{U_{CA} = -4,0V}$$